

Секция 4. Технология и моделирование процессов подготовки и переработки углеводородного сырья

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИЙ ГОРЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Н.Е. Белозерцева, М.В. Майлин

Научные руководители – к.т.н., ассистент Н.С. Белинская;
к.т.н., младший научный сотрудник Е.В. Францина*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, belozertsevanatasha@mail.ru*

Воспламенение дизельного топлива происходит в результате сжатия воздуха в цилиндре до нужной температуры. При этом температура воспламенения растет по мере роста давления, а температура самовоспламенения топлива уменьшается с ростом давления. Топливо впрыскивается в цилиндр из форсунки, затем оно распыляется и самовоспламеняется. В этот момент впрыск прекращается, но не сгоревшее топливо продолжает гореть.

Разберем физические процессы, происходящие при сгорании топлива. Горение возникает не во всем объеме смеси сразу, а в области форсунки. Далее горение распространяется на весь объем горючей смеси. Распространение может происходить двумя путями:

1. Медленный, тепловой взрыв. От высокой температуры смесь воспламеняется в смежных областях, нагревает соседние области, которые воспламеняются в свою очередь. Этот процесс происходит довольно медленно по меркам взрыва.

2. Быстрый взрыв, детонация. Воспламенение происходит не от нагрева, а от действия ударной звуковой волны. Волна сжатия, возникшая в области начала горения, приводит к воспламенению всей смеси. Этот процесс протекает очень быстро. Горение распространяется со скоростью звука в воздухе.

Разработчики двигателя заинтересованы в медленном взрыве, так как при детонации значительная часть энергии преобразуется не в тепло,

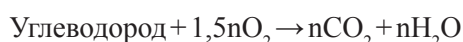
Таблица 1. Термодинамические параметры реакций горения различных углеводородов, входящих в состав дизельного топлива

Группа углеводородов	Формула углеводорода	Энтальпия (ΔH), кДж/моль	Энтропия (ΔS), Дж/моль • К	Энергия Гиббса (ΔG), кДж/моль
Нормальные парафины	C_8H_{18}	–5,95	–1,99	–3,29
	C_9H_{20}	–6,67	–2,22	–3,74
	$C_{12}H_{26}$	–8,84	–2,91	–5,06
	$C_{13}H_{28}$	–9,56	–3,13	–5,51
Олефины	C_8H_{16}	–5,85	–1,94	–3,32
	C_9H_{18}	–6,57	–2,17	–3,77
	$C_{12}H_{24}$	–8,74	–2,85	–5,08
	$C_{13}H_{26}$	–9,46	–3,08	–5,52
Парафины изо-строения	C_8H_{18}	–5,95	–2,00	–3,28
	C_9H_{20}	–6,67	–2,23	–3,72
	$C_{12}H_{26}$	–8,84	–2,91	–5,05
	$C_{13}H_{28}$	–9,56	–3,14	–5,50
Моноароматические соединения	C_6H_6	–3,81	–1,23	–2,41
	$o-C_8H_{10}$	–5,25	–1,69	–3,26
Нафтенy	C_5H_{10}	–3,61	–1,22	–2,02
	C_6H_{12}	–4,32	–1,45	–2,44
	$1,1,3-C_8H_{16}$	–5,76	–1,89	–3,34
	$1,2,4-C_8H_{16}$	–5,77	–1,90	–3,33

а в ударную волну. Кроме потери КПД при этом наблюдается серьезная нагрузка на цилиндр, поршень и другие элементы двигателя, расположенные в непосредственной близости от камеры сгорания.

Для того чтобы реализовать «медленный взрыв» в цилиндре, нужно разобраться в том, как зарождается и распространяется горение в дизельном двигателе и в том какие термодинамические параметры имеют реакции горения углеводородов из различных химических групп и с различным числом атомов углерода.

Общий вид реакции горения выглядит следующим образом:



Список литературы

1. Белинская Н.С., Францина Е.В., Белозерцева Н.Е. Мониторинг работы промышленной установки гидродепарафинизации по цетановому числу и низкотемпературным характеристикам дизельного топлива // Проблемы геологии и освоения недр: тру-

Для расчета термодинамических параметров индивидуальных углеводородов была использована программа Gaussian. Далее были рассчитаны значения энтальпии, энергии Гиббса и энтропии для реакций горения определенных углеводородов. Расчеты проводились в условиях двигателя, а именно, при температуре 2000 °С и давлении 11 МПа. В таблице 1 представлена выборка результатов данного анализа.

Рассчитанные параметры в дальнейшем будут использованы для разработки методики определения оптимального количества впрыскиваемого топлива для увеличения КПД дизельного двигателя.

ды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4–8 Апреля 2016.– Томск: Изд-во ТПУ, 2016.– Т.2.– С.461–462.

КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ Al_2O_3 , ПРИГОТОВЛЕННЫЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ ОТСЕВА НОСИТЕЛЯ

Е.А. Белопухов, В.Ю. Трегубенко, Я.И. Казанцева
Научный руководитель – д.х.н., профессор А.С. Белый

Институт проблем переработки углеводородов СО РАН
Россия, г. Омск, ул. Нефтезаводская 54, eugebel@ihcr.ru

Омский государственный технический университет
Россия, г. Омск, пр. Мира 51

В настоящее время физико-химическая теория прочности дисперсных материалов носит больше качественный, чем количественный характер, и на промышленном катализаторном производстве при расчете механической прочности опираются на эмпирические, а не на теоретические данные. Ввиду отсутствия общих правил теоретического расчета механической прочности композиционных тонкодисперсных материалов, малоисследованности прочностных характеристик каталитических систем, высокой промышленной значимости данного вопроса, а также увеличения темпов внедрения в нефтепереработке технологий вторичных процессов, в которых применяются алюмооксидные катализаторы исследования в данной области несомненно являются актуальными и своевременными.

При промышленном производстве алюмооксидных носителей катализаторов образуется до 3 % отходов в виде крошки и пыли. Для снижения отходов производства применяют введение помола отсева сушеного носителя в замесы с порошком гидроксида алюминия. Кроме того, не исследована возможность добавления к замесам порошка отсева уже прокаленного носителя. Прочностные, физико-химические и каталитические свойства таких композиционных носителей и катализаторов исследованы очень мало, поэтому данная работа представляется актуальной как в плане фундаментальных знаний, так и с точки зрения снижения потерь при производстве промышленных катализаторов.

Для приготовления композитных носителей использовали гидроксид алюминия псевдобемитной формы компании Sasol Germany GmbH.